

УЛЬТРАЗВУКОВИЙ ДЕФЕКТОСКОП НА БАЗІ СМАРТФОНУ

Анотація. В роботі розглядається ультразвуковий дефектоскоп, який використовує розширені функції смартфонів. Інтеграція цих функцій у звичайну систему неруйнівного контролю збільшує можливості системи, одночасно зменшуючи апаратні витрати, тому для отримання цих переваг розглянуто розроблену ультразвукову карту. Також було розглянуто додаток для Android для надсилання даних конфігурації на плату розробки ультразвуку та візуалізації отриманих сигналів

Ключові слова: ультразвуковий контроль, смартфон, Bluetooth.

ВСТУП

Неруйнівний контроль (НК) - це метод вимірювання та оцінки, який дає інформацію про внутрішню структуру матеріалів, не завдаючи їм шкоди чи пошкодження. Існує багато методів НК, і ультразвуковий контроль (УК) - один із них. Однак очевидно, що ультразвуковий метод є більш універсальним, ніж інші методи. У більшості випадків УК використовується як основний або додатковий метод перевірки [1]. Можна перерахувати деякі важливі переваги техніки УК, такі як проста у використанні, нешкідлива для здоров'я людей та навколишнього середовища та має високу точність [2]. Незважаючи на те, що УК - популярний метод, ціни на пристрої дуже дорогі.

Смартфони мають безліч вдосконалених функцій, а їх потужна можливість обробки даних робить їх технологіями, які швидко розвиваються. У наш час ця технологія стала незамінною частиною нашого життя [3]. Інтеграція інтелектуальних пристроїв у програму УК включає багато корисних переваг. Наприклад, розроблена система УК може бути надзвичайно дешевшою порівняно з ринковою.

Важливою частиною ультразвукового дефектоскопу є ультразвукова карта. Основною функцією такої карти є генерація електричних імпульсів високої напруги та високої частоти, оцифровка вхідного ультразвукового відлуння та зв'язок зі смартфоном через Bluetooth. Додаток, розроблений для інтелектуальних пристроїв, може інтерпретувати та оцінювати ультразвукові дані, записані платою УК.

ОГЛЯД ПОПЕРЕДНІХ РОБІТ

Метод отримання та уловлювання ультразвукових хвиль одним і тим же ультразвуковим перетворювачем називається луна-імпульсним (ЛІ) і є одним із найбільш часто використовуваних методів ультразвукового НК [4]. Рисунок 1 ілюструє основну ідею ультразвукового контролю.

Процес подання заяви на перевірку є таким. Спочатку бажані значення конфігурації для ультразвукового контролю надсилаються зі смартфона на ультразвукову карту через Bluetooth. Коли ультразвукова карта отримує дані конфігурації, виконується конфігурація карти, така як швидкість посилення, бажане значення амплітуди високої напруги та інші параметри. Наприклад, параметр "Кількість імпульсів" записується у відповідній адресі в FPGA, оскільки ультразвукові імпульси генеруються мостом MOSFET, керованим

FPGA. Після завершення процесу конфігурації процес ініціалізації виконується блоком мікроконтролера (MCU). Ультразвукові хвилі починають генеруватися ультразвуковим перетворювачем після завершення процесу ініціалізації. Відбиті ультразвукові сигнали від матеріалу фіксуються тим самим ультразвуковим перетворювачем і посилюються підсилювачами на ультразвуковій карті. Підсилені сигнали передаються в блок оцифровки та перетворюються у 10-бітові двійкові значення за допомогою блоку аналого-цифрового перетворювача (АЦП). Виходи АЦП підключені до пам'яті FIFO, вбудованої в FPGA. Коли пам'ять FIFO заповнюється, створюється зовнішнє переривання для активації MCU. Вміст пам'яті FIFO передається на зовнішній інтерфейс шини (EBI) MCU за допомогою прямого доступу до пам'яті (DMA), і MCU надсилає ці дані на смарт-пристрій через канал зв'язку Bluetooth. Програма, розроблена для смартфона, використовується для оцінки та інтерпретації оцифрованого отриманого сигналу.

Результати перевірки відображаються на екрані смартфона у вигляді графічного зображення A-Scan, див. Рисунок 1. На цьому графіку горизонтальна вісь показує час, а вертикальна вісь показує силу сигналу.

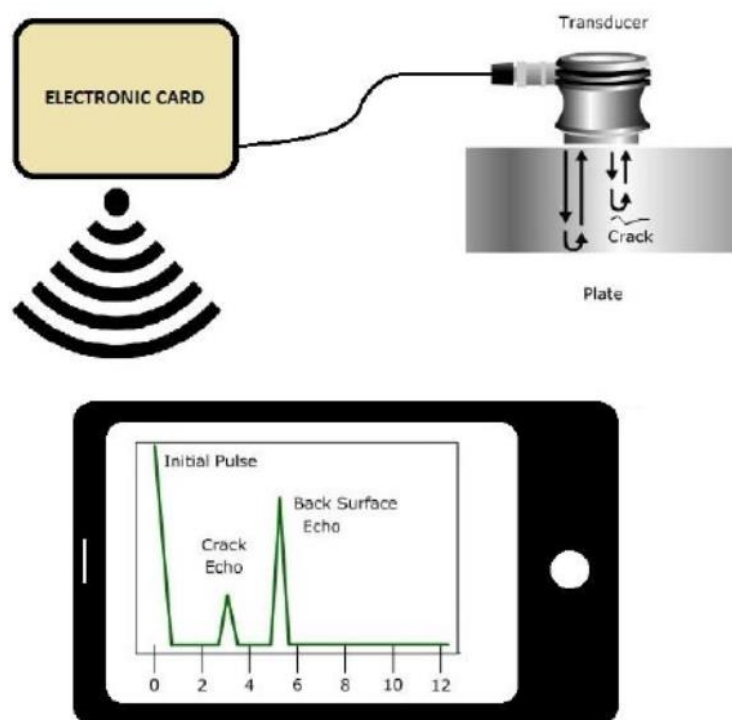


Рисунок 1. Загальний огляд процесу ультразвукового контролю розробленої системи

Структурна схема системи складається з чотирьох основних блоків, ультразвукового аналогового переднього кінця (UAFE), регулятора напруги, блоків FPGA та MCU.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Такий пристрій використовує ультразвуковий метод виявлення дефектів і має зручну та більш ефективну систему передачі та обробки інформації в порівнянні зі звичайними дефектоскопами. Кабель зазвичай використовується

для зв'язку між блоками перетворювача та обробки даних. У випадках, коли між ними немає прямого доступу, необхідна бездротова передача даних. Такий спосіб передачі дозволяє автоматизувати систему і звільняє нас від фізичного підключення двох або більше деталей пристрою.

Мобільні пристрої (смартфони, планшети тощо) з потужними обчислювальними можливостями та сенсорними екранами набули широкого поширення в наш час. Тому головне завдання, це розробити дефектоскоп за допомогою мобільного пристрою як блоку обробки результатів контролю.

Потрібно створити модель мобільного ультразвукового дефектоскопу, який буде здатний використовувати ультразвукові датчики з різною частотою резонансу. Можна встановити програмне забезпечення з більш досконалим та оптимізованим кодом завдяки гнучкості роботи з мікроконтролерами.

Потрібно дослідити ринок та вибрати АЦП, який дозволив би працювати з будь-якими датчиками. Краще за все використовувати бездротову технологію Bluetooth у блоці передачі інформації.

Обробка прийнятого сигналу може бути реалізована на різних пристроях, характеристики яких залежать від швидкості обробки даних. На даний момент розроблено мобільний додаток, який дозволяє візуалізувати отриманий сигнал у формі А-сканування, тобто двовимірного відображення зміни амплітуди на вході дефектоскопа в плинні часу. Для побудови зображення В, С та інших отворів необхідно використовувати дефектоскоп у поєднанні з датчиками тракту.

ВИСНОВКИ

Іншої точки зору було досягнуто завдяки інтеграції смартфонів із звичайними ультразвуковими приладами НК. Розроблена система може отримувати дані перевірки з розробленої на замовлення ультразвукової карти бездротовим способом. Розумний пристрій може оцінювати дані та керувати ультразвуковою картою. Програма для Android, розроблена для інтелектуальних пристроїв, які можуть записувати та оцінювати отримані ультразвукові сигнали. Смартфон може передавати збережені дані перевірки завдяки функціям мобільного зв'язку. Інтеграція вдосконалених функцій смартфона привносить інноваційні функції у звичайний ультразвуковий НК. Наприклад, користувач може зберегти координати місця, де проводиться перевірка, або сфотографувати перевірені матеріали. Процесори для смартфонів досить потужні, щоб виконувати обчислення DSP. З розвитком мобільних технологій кількість академічних досліджень збільшується [4]. Наприклад, якщо потрібні операції DSP і недостатньо потужності процесора для цього на апаратному забезпеченні, то з цим може впоратися смартфон. Платформа Android НК надає програмісту можливість використовувати навички кодування C / C ++ в додатках для Android. Наприклад, зерниста структура матеріалів розсіює ультразвукові хвилі, що спричинює шум в прийнятому сигналі [5]. Видалення цих шумів із сигналу можливо, і цей фільтр можна побудувати на смартфоні замість мікросхеми DSP.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] M. V. Brook, Ultrasonic Inspection Technology Development and Search Unit Design: Examples of Practical Applications. IEEE press, 2012. Small Inspection Vehicles for Non-Destructive Testing Applications / M. Friedrich, L. Gatzoulis, G. Hayward, G. Galbraith. // Springer-Verlag Berlin Heidelberg. – 2006. – pp. 927–934.
- [2] Povshenko, O. Portable Ultrasound Flaw Detector/ O. Povshenko, V. Petryk, A. Protasov// Неруйнівний контроль в контексті асоційованого членства України в Європейському Союзі : матеріали 2-гої науково-технічної конференції, Польща, м. Люблін, 15-19 жовтня 2018 року. -Люблін, Польща, 2018.-С. 34-36
- [3] A.T. Özdemir, A. Orman, “Developing an iPhone smartphone based fall detection algorithm”, Proc. 23rd Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), pp. 2456-9, Malatya, Turkey, 16-19 May, 2015.
- [4] Галаган Р. М. Теоретичні основи ультразвукового неруйнівного контролю: підручник / Р. М. Галаган. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 263 с.
- [5] J. Saniie, D.T. Nagle, K.D. Donohue, “Analysis of order statistic filters applied to ultrasonic flaw detection using split-spectrum processing,” IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics and Frequency Control, vol. 38, no. 2, pp. 133-140, Mar. 1991.

Наук. керівник – доцент Галаган Р.М.